

## 明 細 書

## アーク溶接装置の制御方法およびアーク溶接装置

## 技術分野

[0001] 本発明は、アーク溶接装置の制御方法およびアーク溶接装置に関する。

## 背景技術

[0002] アーク溶接は、溶接ワイヤと溶接母材との間にアークを発生させて溶接をおこなう。消耗電極式アーク溶接装置(以後溶接装置という)では、スパッタ(splatter)の発生を抑制するために、短絡が開放されるのを予知して、短絡開放直前に溶接電流を低下させる。これは、いわゆるネック検知制御といわれる。そして、アークが再発生する瞬間の溶接電流を低下させてアーク力(arc force)を抑制していた。

[0003] 従来の溶接装置において、短絡状態となると、溶接出力を制御する制御回路は、短絡解放するために、所定の傾きに従い電流を増加させる。そして、この電流の増加に伴って短絡部分のワイヤの溶融およびその溶融金属の母材側への移行が進み、溶接ワイヤと母材側溶融部との間でくびれ(いわゆるネック。以後ネックと言う。)が発生する。このネック部分では断面積が小さくなるため抵抗値が増加する。このため、ネックが生じてくると、短絡制御で電流増加を一定にしているにも関わらず溶接電圧の変化量が大きくなる。そして、この電圧変化量を検出することにより、ネック発生を検知してネック検知制御へと処理を移行する。

[0004] ここで、従来の溶接装置では、後述するように溶接に適した出力を得るために交流電源を整流したものをスイッチングするためのスイッチング素子が設けられている。そして、このスイッチング素子の影響により、溶接電圧はスイッチング素子のスイッチングに同期したリップル電圧が重畳され、このリップル電圧のためにネック検出確率が低下する場合がある。そのため、リップル電圧等のノイズを除去するものが特開平10-180443号公報に開示されている。

[0005] 従来の溶接装置の概略構成を図8に示す。それは、交流電源を整流する第1の整流素子81、第1の整流素子81の出力をスイッチングする第1のスイッチング素子82、溶接負荷に電力を供給するとともに2次側補助巻線を設けた主変圧器83、主変圧器

83の出力を整流する第2の整流素子84、主変圧器83の補助巻線の出力を整流する第3の整流素子85、第2の整流素子84と出力端子間に設けられた第2のスイッチング素子86、電流検出器87、電圧検出器88、電圧検出器88の出力と第3の整流素子85の出力との差分を演算する差動増幅回路89、そして第1のスイッチング素子82および第2のスイッチング素子86を制御することにより溶接出力を制御する溶接制御回路810とから構成されている。

[0006] 次に、装置の動作を説明する。交流電源から供給された電力は第1の整流素子81により直流化される。直流化された電力は第1のスイッチング素子82により溶接状態に応じて必要な電力として主変圧器83へ入力される。主変圧器83の出力側から得られる大電流は、第2の整流素子84により直流化され、第2のスイッチング素子86を介して溶接負荷へ電力供給される。溶接負荷へ流される溶接電流は、電流検出器87により検出され、制御回路にフィードバックされる。また、溶接負荷へ印加される溶接電圧は、電圧検出器88により検出される。ここで、電圧検出器88により検出された溶接電圧は、第1のスイッチング素子82により生じるリップル成分を含んでいる。また、第3の整流素子85の出力は第1のスイッチング素子82のリップル成分を含んでいる。そこで、第3の整流素子85の出力と電圧検出器88の出力を差動増幅器89により差分演算することにより、溶接電圧に含まれるリップル成分を除去することができる。このようにして、リップル成分の除去された溶接電圧は、溶接制御回路810に 입력されて正確なネック部分の検出や溶接出力制御に利用される。

[0007] 上記したように、従来の溶接装置は、溶接装置自体を構成するスイッチング素子によるリップル成分の影響を除去して溶接出力の制御等を行うことが可能なものであった。しかし、溶接装置自体が発するその他のノイズ、あるいは他の機器の影響によるノイズ等については、これらのノイズを十分に除去できないという課題を有していた。他の機器の影響によるノイズとは、例えば、図9に示すように、複数の溶接装置により同一のワークに対して溶接が行われ、一方の溶接装置1の出力制御のためのスイッチング動作により、他方の溶接装置2の溶接電圧にノイズが発生する場合が含まれる。図9において、符号A, B, Cは溶接装置1のスイッチング動作による溶接装置2の電圧波形のノイズを示している。同様に、符号D, E, Fは溶接装置2のスイッチング

動作による溶接装置1の電圧波形のノイズを示している。そして、ノイズ除去ができなかった場合には、ネックの誤検知が生じる。その結果、このネック誤検知により本来ネックではないにも拘らずネック検知制御を行ってしまうので、スパッタの発生を抑制することや良好な溶接結果を得ることが困難になるという課題を有していた。また、ノイズ等の状況によっては、短絡開放を誤検知してしまう場合もあった。

#### 発明の開示

- [0008] 本発明は、溶接電圧を検出するステップと、溶接電圧の変化量を算出するステップと、溶接電圧の変化量と第2の閾値とによる溶滴のネック検知をするステップとを有し、溶接電圧の変化量と第1の閾値との比較結果に基づいて、溶接電圧の変化量と第2の閾値とによる溶滴のネック検知を所定期間禁止するアーク溶接装置の制御方法を提供する。
- [0009] また、本発明は、溶接電圧を検出する溶接電圧検出部と、溶接電圧検出部が検出する溶接電圧の変化量を算出する電圧変化量検出部と、第1の閾値および／または第2の閾値と電圧変化量検出部の演算結果とを比較する比較部とを有し、第1の閾値と電圧変化量検出部の算出結果との比較結果に基づいて、第2の閾値と電圧変化量検出部の演算結果とによる溶滴のネック検知を所定期間禁止するアーク溶接装置を提供する。そして、上記本発明のアーク溶接装置の制御方法およびアーク溶接装置は、溶接電圧の変化量に基づいてネック検知を禁止することにより、誤ってネック検知を行うことを防止して正確にネック判定を行うことができる。
- [0010] さらに、本発明は、溶接電圧を検出するステップと、溶接電圧の変化量を算出するステップと、溶接電圧の変化量と溶滴のネック判定閾値とに基づいて溶滴のくびれ判定を行うステップと、くびれと判定した場合にその時の短絡処理状態を記憶するステップと、ネックと判定した後に溶接電圧に基づいてアーク期間であるのか短絡期間であるのかを判定し、ネックと判定してから所定期間経過後に短絡期間であると判定した場合には記憶した短絡処理状態から短絡処理を行うステップとを有するアーク溶接装置の制御方法を提供する。
- [0011] また、本発明は、溶接電圧の変化量とくびれ判定閾値とに基づいて溶滴のネック判定を行うネック判定部と、ネックと判定した場合にその時の短絡処理状態を記憶する

制御状態記憶部と、ネックと判定した後に溶接電圧に基づいてアーク期間であるのか短絡期間であるのかを判定するアーク／短絡判定部と、ネックと判定してから所定期間経過後に短絡期間であると判定した場合には制御状態記憶部に記憶した短絡処理状態から短絡処理を行う溶接出力制御部とを有するアーク溶接装置を提供する。このようにして、上記本発明のアーク溶接装置の制御方法およびアーク溶接装置は、溶接電圧が変動した場合にネック状態の検出を誤った場合においても、短絡制御に戻すことにより、ネック誤検出によるスパッタの発生を抑制することができる。

[0012] さらに、本発明は、溶接電圧と短絡開放判定閾値とに基づいて短絡開放の判定を行うステップと、短絡開放と判定した場合にその時の短絡処理状態を記憶するステップと、短絡開放と判定した後に溶接電圧に基づいてアーク期間であるのか短絡期間であるのかを判定するステップと、短絡開放と判定してから所定期間内に短絡期間であると判定した場合には記憶した短絡処理状態から短絡処理を行うステップとを有するアーク溶接装置の制御方法を提供する。

[0013] また、本発明は、溶接電圧と短絡開放判定閾値とに基づいて短絡開放の判定を行うアーク／短絡判定部と、短絡開放と判定した場合にその時の短絡処理状態を記憶する制御状態記憶部と、短絡開放と判定した後に溶接電圧に基づいてアーク期間であるのか短絡期間であるのかを判定するアーク／短絡判定部と、短絡開放と判定してから所定期間内に短絡期間であると判定した場合には制御状態記憶部に記憶した短絡処理状態から短絡処理を行う溶接出力制御部とを有するアーク溶接装置を提供する。このようにして、本発明のアーク溶接装置の制御方法およびそれを用いたアーク溶接装置は、溶接電圧が変動した場合に短絡開放の検出を誤った場合においても、短絡制御に戻すことにより、短絡開放誤検知によるスパッタの発生を抑制することができる。

#### 図面の簡単な説明

[0014] [図1]図1は本発明の実施の形態1～3におけるアーク溶接装置の概略構成を示すブロック図である。

[図2]図2は本発明の実施の形態1における短絡溶接時における溶接電流と溶接電圧の波形を示す図である。

[図3]図3は本発明の実施の形態1における短絡溶接時の溶接電流と溶接電圧と溶接電圧変化量の波形を示す図である。

[図4]図4は本発明の実施の形態1における短絡溶接時の溶接電流と溶接電圧と溶接電圧変化量の波形およびA/S信号の状態を示す図である。

[図5]図5は本発明の実施の形態2におけるネック検出された場合のネック検知制御による溶接電流と溶接電圧の波形を示す図である。

[図6]図6は本発明の実施の形態2における短絡溶接時における溶接電流と溶接電圧の波形を示す図である。

[図7]図7は本発明の実施の形態3における短絡状態からアーク状態へ移行する場合の制御される溶接電流および溶接電圧の波形を示す図である。

[図8]図8は従来のアーク溶接装置の概略構成を示すブロック図である。

[図9]図9は一方の溶接装置のスイッチング動作が他の溶接装置の電圧波形に影響を与える例を示す図である。

#### 符号の説明

- [0015]
- 1 交流電源
  - 2 第1の整流素子
  - 3 第1のスイッチング素子
  - 4 主変圧器
  - 5 第2の整流素子
  - 6 第2のスイッチング素子
  - 7 抵抗
  - 8 リアクタ
  - 9 電流検出器
  - 10 電圧検出器
  - 11 電圧変化量検出部
  - 12 ネック判定部
  - 13 ネック検出禁止部
  - 14 A/S判定部(アーク/短絡判定部)

- 15 溶接出力制御部
- 16 制御状態記憶部
- 17 タイマ部
- 19 ネック検出装置
- 20 溶接制御装置

#### 発明を実施するための最良の形態

[0016] 以下、本発明の実施の形態の一例について、図1～図7を用いて説明する。なお、各図は模式図である。また、図2～図7と図9の横軸は、時間を表わしている。なお、本発明は本実施の形態により限定されるものではない。

#### [0017] (実施の形態1)

図1は本実施の形態におけるアーク溶接装置(以後溶接装置という)の概略構成を示すブロック図である。図1において、溶接装置は電力を供給する交流電源1、交流電源1の出力を整流する第1の整流素子2、第1の整流素子2の出力を溶接に適した出力を得るためにスイッチングする第1のスイッチング素子3、溶接負荷に電力供給する主変圧器4、主変圧器4の出力を整流する第2の整流素子5、一端を第2の整流素子5に接続された第2のスイッチング素子6、第2のスイッチング素子6に並列に接続された抵抗7、第2のスイッチング素子6と直列に接続され溶接電流出力を安定化させるためのリアクタ8、溶接電流の出力量を検出する電流検出器9、溶接電圧を検出する電圧検出器10とを備えている。また、溶接時に溶接ワイヤ部に生じるくびれ(以後ネックという)の発生を検出するネック検出装置19は、電圧検出器10の出力に基づいて電圧変化量を求める電圧変化量検出部11と、電圧変化量検出部11の出力に基づいて溶接中に短絡状態からアーク状態へ移行する際に発生するネックの検出判定を行うネック判定部12と、ネック判定部12の判定処理を禁止するネック検出禁止部13とから構成されている。なお、溶滴(droplet)とは溶接ワイヤの先から溶けて母材に移る金属のしずくを意味している。

[0018] さらに、アーク／短絡判定部(以下A／S判定部)14は、電圧検出器10の出力に基づいて溶接状態におけるアーク状態あるいは短絡状態を検出する。溶接制御装置20は、溶接出力制御部15と、制御状態記憶部16と、タイマ部17とを有している。なお

、溶接出力制御部15は、電流検出器9の出力、電圧検出器10の出力、ネック検出装置19の出力、A/S判定部14からの出力に基づいて、第1のスイッチング素子3および第2のスイッチング素子6を制御することで溶接出力を制御する。制御状態記憶部16は、溶接出力制御部15の溶接制御状態を一時的に記憶するものである。タイマ部17は、溶接出力制御部15からの指令に基づいて時間を計測する。以上のように構成されたアーク溶接装置についてその動作を説明する。

[0019] 交流電源1から供給された電力は、第1の整流素子2により直流化され、第1のスイッチング素子3へ直流電源として供給される。第1のスイッチング素子3は、溶接出力制御部15によりオン／オフ制御され、これにより主変圧器4へ供給される電力が制御される。そして、主変圧器4に供給された電力は、第2の整流素子5により直流化され、溶接負荷に供給される。

[0020] 通常の溶接時においては、第2のスイッチング素子6はオンされた状態であり、リアクタ8を介して溶接負荷に溶接電流が供給される。なお、急峻に溶接負荷に流れる溶接電流を低下させる必要が生じた場合（例えば、アーク状態から短絡状態になった場合やネック検知した場合等）、溶接出力制御部15は、第2のスイッチング素子6をオフして低インピーダンスの溶接電流供給路を遮断する。そして、主変圧器4に蓄積されたエネルギーは、第2のスイッチング素子6に並列に接続された抵抗7を介してエネルギー消費される。

[0021] また、電流検出器9は、溶接負荷に供給される溶接電流を検出して溶接電流 $I_a$ として出力する。電圧検出器10は、溶接負荷に印加された溶接電圧を検出して溶接電圧 $V_a$ として出力する。

[0022] 次に、図2を用いて、A/S判定部14の基本的な動作について説明する。

[0023] 図2は、短絡溶接時における溶接電流( $I_a$ )と溶接電圧( $V_a$ )の波形を示している。A/S判定部14は、電圧検出器10により検出された溶接電圧 $V_a$ と、短絡判定のために設定されている記憶部(図示しない)に記憶されている短絡判定レベル $V_{s0}$ とを比較する。そして、 $V_a$ が $V_{s0}$ 以下となる場合(図2中の符号T1)には、溶接が短絡状態になったと判定して短絡状態を示すA/S信号を出力する。溶接出力制御部15は、A/S判定部14から短絡状態を示すA/S信号を受けると、第2のスイッチング素

子6をオフする(図2中の $t_1$ )。このようにして、短絡が生じることによる溶接電流の急激な増加を防止するとともに、溶接電流 $I_a$ を予め設定された短絡初期電流 $I_{s0}$ まで低下するように制御する。その後、溶接出力制御部15は、電流を短絡初期電流 $I_{s0}$ から所定の増加量で増加させることができるように第2のスイッチング素子をオンする(図2中の $t_2$ )とともに、第1のスイッチング素子3を制御してスムーズな短絡解放を行うための短絡電流制御を行う。

[0024] また、A/S判定部14は、短絡状態と判定した後は、溶接電圧 $V_a$ と短絡開放判定のために設定されている記憶部(図示しない)に記憶されている短絡解放判定レベル $V_{arc}$ とを比較する。そして、 $V_a$ が $V_{arc}$ 以上となった場合(図2中の $T_2$ )には溶接状態がアーク状態になったと判断して、アーク状態を示すA/S信号を出力する。次に、図3を用いて、ネック検出装置19におけるネック検出動作について説明する。図3は短絡溶接時の溶接電流( $I_a$ )と、溶接電圧( $V_a$ )と、溶接電圧変化量( $dv/dt$ )の波形を示す図である。

[0025] ネック検出装置19を構成する電圧変化量検出部11は、所定時間あたりの溶接電圧 $V_a$ の変化量 $dv/dt$ を検出する。A/S判定部14からネック検出装置19に対して短絡状態を示す信号が入力されている場合において、ネック判定部12は、電圧変化量検出部11の出力である電圧変化量 $dv/dt$ と、記憶部(図示しない)に予め設定されたネック検出レベル値 $dV_n$ とを比較する。そして、電圧変化量 $dv/dt$ がネック検出レベル値 $dV_n$ より大きく、かつ、後述するネック検出禁止部13がネック検出を禁止していない場合には、ネックが発生したとしてネックの発生を示すネック検出信号 $S_n$ を出力する(図3中の $T_3$ )。なお、図3中の $t_3$ はネック検出を示している。また、図3中の $t_4$ と $t_5$ はそれぞれ第二のスイッチング素子オフと、第二のスイッチング素子オンを示している。符号 $Z$ はネック検出動作区間を表わしている。

[0026] なお、短絡初期状態(例えば溶接電流 $I_a$ が低い状態)においては、溶接電圧 $V_a$ の値が振動的となる場合がある。この時には電圧変化量 $dv/dt$ が大きくなり、ネック誤判定を生じる場合もある。そこで、ネック判定部12がネック判定を行う条件として、溶接電流 $I_a$ が予め設定されたネック電流レベル $I_n$ 以上であることを追加してネック判定を行うようにすることが望ましい。



- [0027] 次に、上述したネック検出禁止部13の動作について、図1と図4を用いて説明する。なお、ネック検出禁止部13の動作はネックの誤検出を防止するためのものであり、本実施の形態におけるポイントとなるものである。
- [0028] 図4は短絡溶接時の溶接電流( $I_a$ )と溶接電圧( $V_a$ )と溶接電圧変化量( $dv/dt$ )の波形およびA/S信号の状態を示す図である。図4では、ノイズあるいは外乱により溶接電圧 $V_a$ の波形が波状に変動している箇所がある例を示している。なお、この変動の要因としては、溶接装置内で発生したノイズあるいは外部の機器からのノイズや外乱がある。例えば、本実施の形態に示す溶接装置と他の溶接装置とを用いて同一の溶接部材に対して溶接を行っている場合に、他の溶接装置における出力制御のためのスイッチング動作等により本実施の形態の溶接装置の溶接電圧にノイズが発生する場合などが挙げられる。
- [0029] 短絡溶接時において、短絡制御時には溶接電流 $I_a$ が徐々に増加されていくため、溶接電圧 $V_a$ は単調的な増加傾向を示す。しかし、ノイズあるいは外乱の影響により、図4に示すように、溶接電圧 $V_a$ に一度低下してその後上昇して再度低下するといったような波状の変動が生じてしまう場合がある。この場合に、ネックが生じていないにも拘らずネックが生じていると誤検知してしまうことがある。次に、このようなノイズ等による電圧変動が生じた場合のネック誤検知を防ぐための動作について説明する。
- [0030] ノイズ等の影響により変動(一度低下してその後上昇して再度低下して元に戻る)した溶接電圧 $V_a$ においては、電圧が一度低下するため、電圧変化量検出部11の出力である $dv/dt$ は負の値となる。そして、その値は記憶部(図示しない)に予め記憶されているネック誤検知を防ぐための閾値 $dV_e$ (負の値の閾値)よりも、小さな値(絶対値としては大)となる。ネック検出禁止部13はこの電圧変化量検出部11の出力を入力とし、 $dV_e$ (負の値の閾値)と比較する。なお、比較部はネック検出禁止部13の中に含まれている。そして、 $dv/dt$ が $dV_e$ (負の値の閾値)より小さい場合には、この時点から所定時間の間( $T_d$ )ネック検知禁止信号をネック判定部12に出力し、ネック判定部12によるネック判定を禁止させる。ここで、ネック判定を禁止する方法としては、所定時間の間ネック判定部12で $dv/dt$ と $dV_n$ との比較を行わないとしてもよいし、比較は行うが $dv/dt$ が $dV_n$ より大きな場合であってもネック検出信号 $S_n$ を出力しな

いようにしてもよい。

[0031] 上述したように、ノイズや外乱により溶接電圧 $V_a$ に変動が生じた場合であっても、誤ってネック判定してしまうことを防止できる。つまり、正確にネック判定を行うことができることで、スパッタ発生を低減することが可能となる。

[0032] なお、ネック検出禁止部13がネック検知禁止信号を出力するタイミングは、 $dv/dt$ が $dV_e$ (負の値の閾値)より小さくなった時としたが、 $dv/dt$ が $dV_e$ より小さくなった後に $dV_e$ より大きくなった時点としてもよい。そして、この時点から所定時間ネック検知禁止信号を出力するようにしてもよい。

[0033] また、ネック検知を禁止する所定の時間は、例えば、ノイズの要因となるスイッチング素子等のスイッチング時間などを加味して設定したり、実験等に基づいて決定するようにしてもよい。

[0034] また、ネック禁止期間中にもネック検出禁止部13による $dv/dt$ と $dV_e$ の比較を行い、再度 $dv/dt$ が $dV_e$ より小さくなった時点あるいは $dv/dt$ が $dV_e$ より大きくなった時点から所定時間ネック検知を禁止するようにしてもよい。なお、図4中の $t_6$ はネック検出を示している。図4中の符号Zはネック検出動作区間を表わしている。

[0035] (実施の形態2)

本実施の形態において、実施の形態1と同様な箇所については同一の符号を付して詳細な説明を省略する。また、図1に示す溶接装置の構成および動作についての説明も省略している部分があるが、本実施の形態で示していないものについては基本的に実施の形態1と同様である。本実施の形態では、ノイズあるいは外乱により溶接電圧 $V_a$ の波形が変動した場合のネック誤検知の影響を低減するための制御について、図1と図5を用いて説明する。実施の形態1と異なるのは、ノイズ等の影響による溶接電圧の変動が、実施の形態1で示したような、一度低下してその後上昇して再度低下して元に戻るといったような電圧変動(ノイズ)ではなく、上昇してその後低下する凸状の電圧変動(ノイズ)である。

[0036] すなわち、 $dv/dt$ が $dV_e$ より小さくならない場合のネック誤検知の影響を低減する制御について述べる。もう少し詳しく説明すると、 $dv/dt$ が $dV_e$ より小さくならないので、前述したような $dv/dt$ と $dV_e$ との比較によるネック検知禁止処理を行うことができ

ない。その結果、ノイズや溶接環境の変化(例えば、シールドガス/ワイヤ送給状態の乱れや、油膜等による溶接母材の表面状態の変化等)による電圧変動であってもネック検知してしまう。このようにノイズ等による電圧変動をネック検知してしまった場合に、溶接性に与える影響を低減するための制御について述べる。

[0037] なお、上昇してその後低下して通常状態に戻る電圧変動(ノイズ)は、図5には明示していないが、これは凸状の変動である。

[0038] ここで、まず、ネック誤検知ではない場合、すなわち、ネック検知が行われ、その後の所定時間内にアークに移行する正常の移行の場合の処理について説明する。

[0039] ネック検出装置19によりネックが検出された場合の溶接出力制御部15の動作について、図1と図5を用いて説明する。図5は、ネック検出された場合のネック検知制御による溶接電流( $I_a$ )と溶接電圧( $V_a$ )の波形を示した図である。溶接出力制御部15は、ネック判定部12からネック検出信号 $S_n$ を受けると、素早く溶接電流 $I_a$ が予め設定されたネック制御電流 $I_{n0}$ となるように、第2のスイッチング素子6をオフして溶接電流 $I_a$ を $I_{n0}$ まで低下させる。その後、溶接出力制御部15は、第2のスイッチング素子6をオンするとともに第1のスイッチング素子3を制御し、溶接電流 $I_a$ が所定時間あるいはアーク状態となるまでの間 $I_{n0}$ となるように制御し、A/S判定部14からのアーク状態判定出力を待つ。

[0040] また、溶接出力制御部15は、ネック検出された時点(図5中の $t_7$ )における制御状態(例えば、電流値、電流の増加量、短絡開始からの経過時間等)を制御状態記憶部16に記憶させるとともに、タイマ部17に計測開始指令を出力し、タイマ部17による時間計測を開始させる。溶接出力制御部15は、タイマ部17が計時する予め設定された時間 $T_n$ 内にA/S判定部14からアーク状態を示すA/S信号を受けると、アーク長を適正な値に保つようにアーク時の溶接出力制御を行う(図5の実線で示す波形となる制御)。

[0041] 次に、ネック誤検知した場合、すなわち、ノイズや溶接環境の変化等により生じた電圧変動によるネック検知が行われ、その後の所定時間内にアークに移行しなかった場合の処理について説明する。

[0042] 上述したタイマ部17による時間計測を開始させた後の処理は次の通りである。タイ

マ部17が計測する予め設定された $T_n$ 時間内に、A/S判定部14からアーク状態である信号が入力されなかった場合には、溶接出力制御部15は、タイマ部17の動作を停止させるとともに、制御状態記憶部16に記憶しておいた制御状態に従い、再度短絡時の溶接電流制御を再開し、A/S判定部14からのアーク状態を示すA/S信号を待つ(図5の破線で示す波形となる制御)。また、この場合、入力されるA/S信号がアーク状態を示すものとなるまでの間は、ネック判定部14が出力するネック検出信号 $S_n$ を無視するようにする。図5中の符号Hはネック検出無効の状態を表わしている。このようにして、制御状態記憶部16に記憶しておいた制御状態に従って再度短絡時の溶接電流制御を再開することによる影響で、溶接電圧が変動したとしても誤ってネック検知と判断してしまうことを防ぐことができる。なお、時間 $T_n$ は、ネック検知から短絡開放までの時間を実験的に計測するなどして決定してもよい。なお、図5中の符号 $t_7$ 、 $t_8$ はそれぞれネック検出、短絡開放を示している。

[0043] 以上により、溶接電圧 $V_a$ が変動した場合にネック状態の検出を誤った場合においても、強制的な短絡解放を行うことがなく短絡制御に戻すことで、ネック誤検出によるスパッタの発生を抑制することができるとともに溶接状態に適した溶接制御を実現することができるので、良好な溶接結果を得ることができる。

[0044] 次に、所定時間 $T_n$ 内にアーク状態へ移行しなかった場合(図5中の符号G)、上記したように再度短絡時の溶接電流制御を再開する(図5中の符号 $t_9$ )、すなわち、ネック電流制御から短絡制御へ移行する。このネック電流制御から短絡制御へ移行することに影響されて溶接電圧が変動してしまい、これにより誤って短絡開放を検知してしまわないための制御について、図6を用いて説明する。

[0045] ネック検出された(図6中の $t_{12}$ )後、 $T_n$ 時間内にA/S判定部14からアーク状態である信号が入力されなかった場合には、溶接出力制御部15は、タイマ部17の動作を停止させるとともに、制御状態記憶部16に記憶しておいた制御状態に従って再度短絡時の溶接電流制御を再開(図6中の $t_{10}$ )させ、タイマ部17を動作( $T_s$ を計測)させるとともにA/S判定を無効とする。そして、この状態において溶接出力制御部15は、溶接状態を短絡状態として強制的に処理する。

[0046] このようにすることで、溶接電圧のレベルが比較的大きい( $V_{arc}$ に近い)状態でネッ

ク電流制御から短絡制御へ移行される。この移行の影響を受けて溶接電圧が変動して $V_{arc}$ を越える大きさになったとしても、A/S判定を $T_s$ 時間無効としているので短絡開放と判定することはない、すなわち、誤って短絡開放を検知してしまうことはなく、安定した溶接を行うことができる。また、タイマ部17の値が所定の $T_s$ 時間経過した後は、溶接出力制御部15は、A/S判定部14からのA/S信号を有効として短絡開放を判定可能な状態とし、溶接状態がアーク状態となるまで短絡処理を続行する。

- [0047] なお、溶接出力制御部15は、ネック電流制御から短絡制御へ移行した時点、すなわち、 $T_s$ 時間の計測を開始した時点から、アーク状態になったことを示すA/S信号が入力されるまでの間は、ネック判定部12が出力するネック検出信号 $S_n$ を無視する。このようにして、ネック電流制御から短絡制御へ移行することに影響されて溶接電圧が変動し、ネック検知と判定してしまう電圧変動量になったとしても、誤ってネック制御を行うことがないので、安定した溶接を行うことができる。なお、図6中の符号Iは所定時間内にアーク状態へ移行できなかった場合を示している。符号KはA/S判定に関わらず短絡処理続行する状態を示している。符号Jはネック検出無効を示している。符号 $t_{11}$ はA/S判定再開を表わしている。符号 $t_{12}$ 、 $t_{13}$ はそれぞれネック検出、短絡開放を表わしている。

[0048] (実施の形態3)

本実施の形態において、実施の形態1または2と同様な箇所については同一の符号を付して詳細な説明を省略する。また、図1に示す溶接装置の構成および動作についての説明も省略している部分もあるが、本実施の形態で示していないものについては基本的に実施の形態1と同様である。実施の形態1または2と異なるのは、ノイズあるいは外乱により溶接電圧 $V_a$ の波形が変動し、短絡開放誤検知が生じる場合に、溶接状態に適した溶接制御を実現して良好な溶接結果を得るようにした点である。図1と図7を用いて、本実施の形態における、短絡状態からアーク状態へ移行する場合の溶接出力制御部15の制御について説明する。

- [0049] 図7は、短絡状態からアーク状態へ移行する場合の、制御される溶接電流( $I_a$ )および溶接電圧( $V_a$ )の波形を示している。そして、図7に示すように、電圧波形には、短期間ではあるが短絡開放判定レベル $V_{arc}$ を越える電圧変動が生じており、これはノ

イズあるいは外乱によるものである。

[0050] 以下に、本実施の形態における溶接装置の制御について示す。

[0051] 上記ノイズ等による大きな電圧変動により、A/S判定部14はアーク状態を示す信号を出力する。溶接制御出力部15はこの信号を受けると、直前に行っていた制御状態を制御状態記憶部16に記憶させるとともに、タイマ部17に計測開始指令を送りタイマ部17に時間計測を開始させる。その後、溶接出力制御部15は、タイマ部17が計測する所定の時間 $T_a$ 内にA/S判定部14から短絡状態を示すA/S信号を受ける(すなわち、溶接電圧が短絡状態に戻っている)と、タイマ部17の動作を停止させるとともに制御状態記憶部16に記憶しておいた制御状態に従い、短絡時の溶接電流制御を再開する。以上のように、ノイズ等の影響による電圧変動により誤って短絡開放と判定した場合であっても、その後、短絡時の電流制御に戻すことができるので、短絡開放誤検知の影響を抑制し、安定した溶接を行うことができる。

[0052] 次に、正常にネックが検知されてネック制御が行われ、その後正常に短絡開放が行われた後の制御について説明する。正常に短絡が開放された時点でタイマ部17による $T_a$ 時間の計測を開始する。 $T_a$ 時間の間はアーク状態を継続させ、タイマ部17による時間計測が予め設定された所定の時間 $T_a$ を越えた状態において、A/S判定部14からアーク状態を示すA/S信号を受けると、溶接出力制御部15はタイマ部17の動作を停止させる。そして、前回のアーク状態になった時に制御状態記憶部16に記憶しておいた制御状態を破棄(図7中の $t_{16}$ )し、アーク状態における溶接制御を行う。なお、これ以降において再びA/S判定部14から短絡状態を示すA/S信号を受けた場合は、短絡状態になったとして短絡時の処理を短絡初期の制御より行う。なお、図7中の $t_{14}$ 、 $t_{15}$ 、 $t_{16}$ は、アーク判定、直前の短絡処理状態から継続をそれぞれ示している。さらに符号Mは $T_a$ 時間アーク状態が継続することを示している。

[0053] 以上により、一度アーク状態と判定した後に一定期間アーク状態を発生させることが可能となり、アーク不安定な状況を低減することによりスパッタ発生を低減することが可能となる。また、ノイズ等によるアーク状態の誤判定に対しても適切に溶接制御することが可能となり、良好な溶接結果を得ることができる。

[0054] なお、実施の形態1から3で用いた電流、電圧に関する値、 $I_{s0}$ 、 $V_{arc}$ 、 $V_{s0}$ 、 $I_{n0}$ 、

In、については実験等に基づいて決定すればよい。

### 産業上の利用可能性

- [0055] 本発明のアーカ溶接装置の制御方法およびそれを用いたアーカ溶接装置は、溶接電圧の変化量に基づいてネック検知を禁止する。その結果、ノイズ等によって溶接電圧が変動した場合であっても、誤ってネック検知を行うことを防止して正確にネック判定を行うことができるので、例えば、ノイズ等の影響が多い場所であっても使用することができる。

## 請求の範囲

- [1] 溶接電圧を検出するステップと、  
前記溶接電圧の変化量を算出するステップと、  
前記溶接電圧の変化量と第2の閾値とによる溶滴のネック検知をするステップとを有し、  
前記溶接電圧の変化量と第1の閾値との比較結果に基づいて、前記溶接電圧の変化量と前記第2の閾値とによる前記溶滴のネック検知を所定期間禁止するアーク溶接装置の制御方法。
- [2] 前記第1の閾値は溶滴のネック誤検知を防ぐための負の閾値であり、前記第2の閾値は溶滴のネックを検出するための正の閾値であり、前記溶接電圧の変化量が前記第1の閾値より小さい場合には、前記第2の閾値と前記溶接電圧の変化量とによる前記溶滴のネック検知を所定期間禁止する請求項1記載のアーク溶接装置の制御方法。
- [3] 前記ネック検知を禁止している所定期間中に、再度溶接電圧の変化量が前記第1の閾値より小さくなった場合には、その時点から所定期間前記第2の閾値と溶接電圧の変化量とによる溶滴のネック検知を禁止する請求項2記載のアーク溶接装置の制御方法。
- [4] 溶接電圧を検出するステップと、  
前記溶接電圧の変化量を算出するステップと、  
前記溶接電圧の変化量と溶滴のネック判定閾値とに基づいて溶滴のネック判定を行うステップと、  
ネックと判定した場合にその時の短絡処理状態を記憶するステップと、  
ネックと判定した後に前記溶接電圧に基づいてアーク期間と短絡期間のうちのいずれか一方であると判定し、ネックと判定してから所定期間経過後に短絡期間であると判定した場合には前記記憶した短絡処理状態から短絡処理を行うステップとを、  
有するアーク溶接装置の制御方法。
- [5] さらに、前記記憶した短絡処理状態から短絡処理を行う時点から所定期間内はアーク期間と短絡期間のうちのいずれか一方であるとの判定を禁止するステップを、



有する請求項4記載のアーク溶接装置の制御方法。

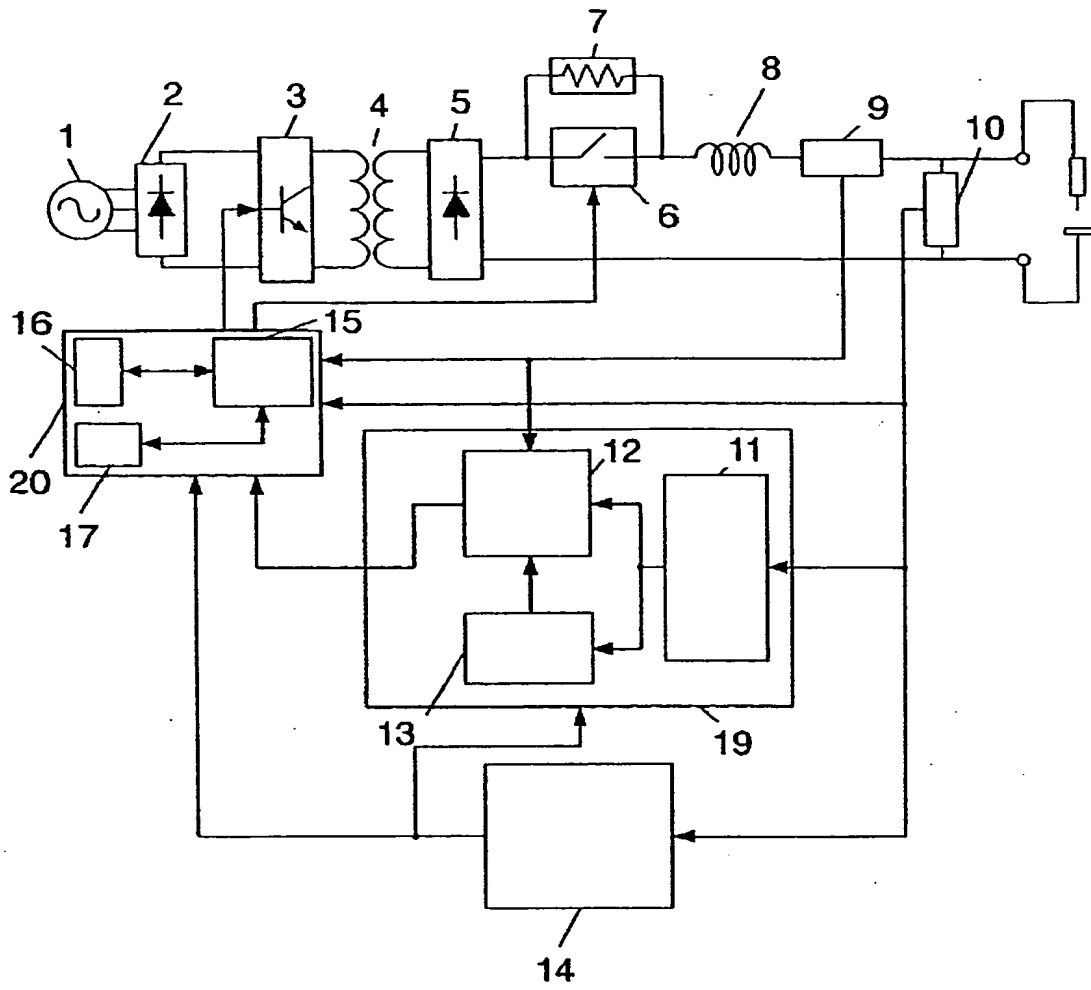
- [6] 溶接電圧と短絡開放判定閾値とに基づいて短絡開放の判定を行うステップと、  
短絡開放と判定した場合にその時の短絡処理状態を記憶するステップと、  
短絡開放と判定した後に溶接電圧に基づいてアーク期間であるのか短絡期間であるのかを判定するステップと、  
短絡開放と判定してから所定期間内に短絡期間であると判定した場合には前記記憶した短絡処理状態から短絡処理を行うステップとを、  
有するアーク溶接装置の制御方法。
- [7] 短絡開放と判定してから所定期間内に短絡期間であると判定されなかった場合には、記憶していた短絡処理状態を破棄してアーク処理を行う請求項6記載のアーク溶接装置の制御方法。
- [8] 溶接電圧を検出する電圧検出器と、  
前記電圧検出器が検出する溶接電圧の変化量を算出する電圧変化量検出部と、  
第1の閾値および／または第2の閾値と前記電圧変化量検出部の演算結果とを比較する比較部とを備え、  
前記第1の閾値と前記電圧変化量検出部の算出結果との比較結果に基づいて、  
前記第2の閾値と前記電圧変化量検出部の演算結果とによる溶滴のネック検知を所定期間禁止するアーク溶接装置。
- [9] 前記第1の閾値は溶滴のネック誤検知を防ぐための負の閾値であり、前記第2の閾値は溶滴のネックを検出するための正の閾値であり、前記電圧変化量検出部の算出結果が前記第1の閾値より小さい場合には、前記第2の閾値と前記電圧変化量検出部の演算結果とによるネック検知を所定期間禁止する請求項8記載のアーク溶接装置。
- [10] 前記ネック検知を禁止している所定期間中に、再度前記電圧変化量検出部の算出結果が前記第1の閾値より小さくなった場合には、その時点から所定期間前記第2の閾値と前記電圧変化量検出部の演算結果とによる溶滴のネック検知を禁止する請求項9記載のアーク溶接装置。

- [11] 溶接電圧の変化量とネック判定閾値とに基づいて溶滴のネック判定を行うネック判定部と、
- ネックと判定した場合にその時の短絡処理状態を記憶する制御状態記憶部と、
- ネックと判定した後に溶接電圧に基づいてアーク期間であるのか短絡期間であるのかを判定するアーク／短絡判定部と、
- ネックと判定してから所定期間経過後に短絡期間であると判定した場合には前記制御状態記憶部に記憶した短絡処理状態から短絡処理を行う溶接出力制御部とを
- 、
- 有するアーク溶接装置。
- [12] さらに、前記短絡処理を開始した時点から所定期間内はアーク期間と短絡期間のうちのいずれか一方であるとの判定を禁止する溶接出力制御部を有する請求項11記載のアーク溶接装置。
- [13] 溶接電圧と短絡開放判定閾値とに基づいて短絡開放の判定を行うアーク／短絡判定部と、
- 短絡開放と判定した場合にその時の短絡処理状態を記憶する制御状態記憶部と、
- 短絡開放と判定した後に溶接電圧に基づいてアーク期間と短絡期間のうちのいずれか一方であると判定するアーク／短絡判定部と、
- 短絡開放と判定してから所定期間内に短絡期間であると判定した場合には前記制御状態記憶部に記憶した短絡処理状態から短絡処理を行う溶接出力制御部とを
- 、
- 有するアーク溶接装置。
- [14] 短絡開放と判定してから所定期間内に短絡期間であると判定しなかった場合には、前記制御状態記憶部に記憶していた短絡処理状態を破棄してアーク処理を行う請求項13記載のアーク溶接装置。

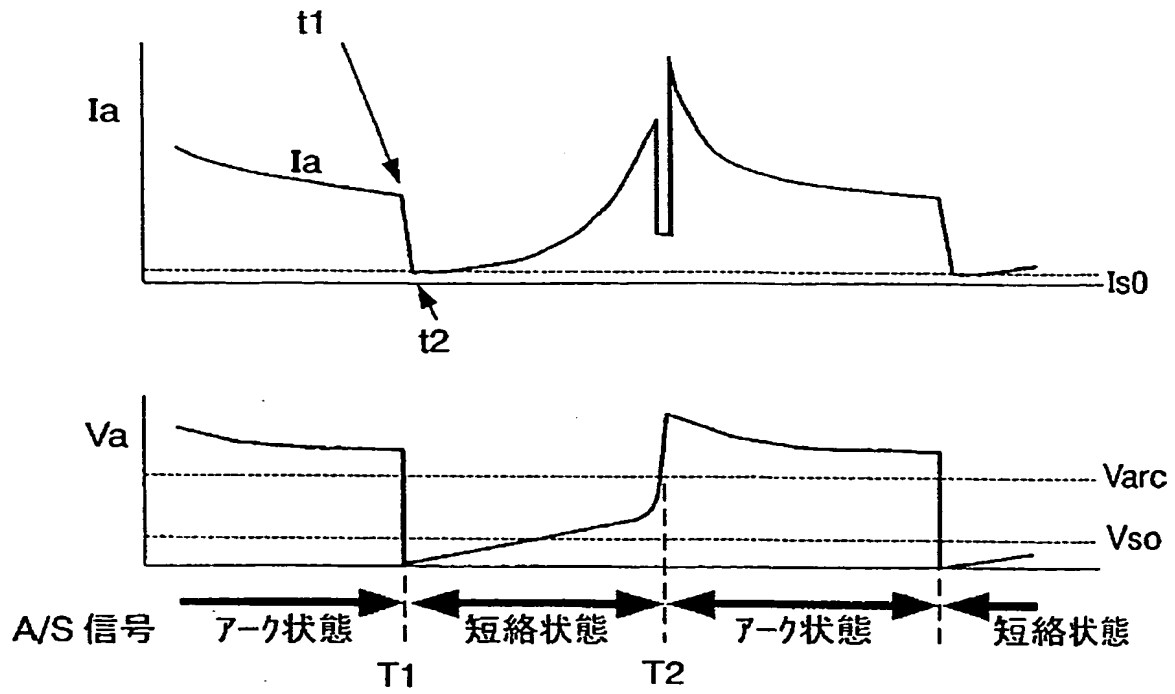
## 要 約 書

溶接電圧の変化量に基づいてネック検知を禁止する機能を有するアーク溶接装置の制御方法とこれを用いたアーク溶接装置を提供する。このようにして、誤ってネック検知を行うことを防止して正確にネック判定を行うことができるので、スパッタ発生を低減することが可能となる。

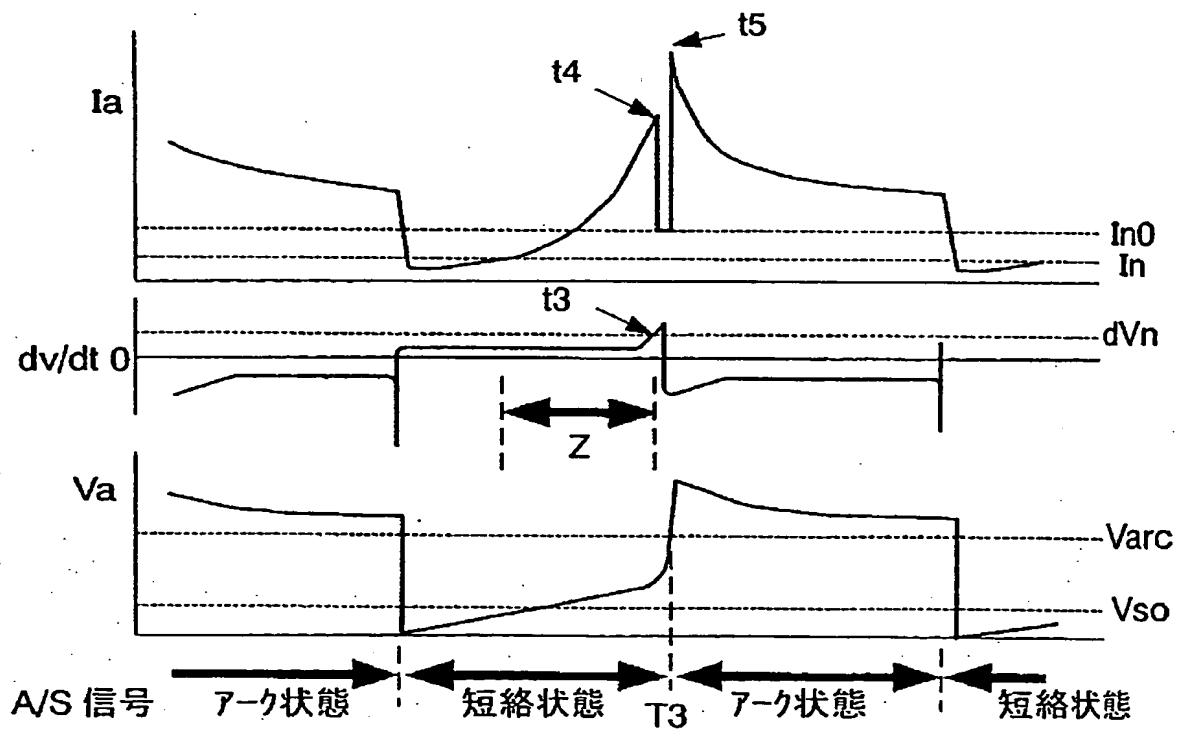
[図1]



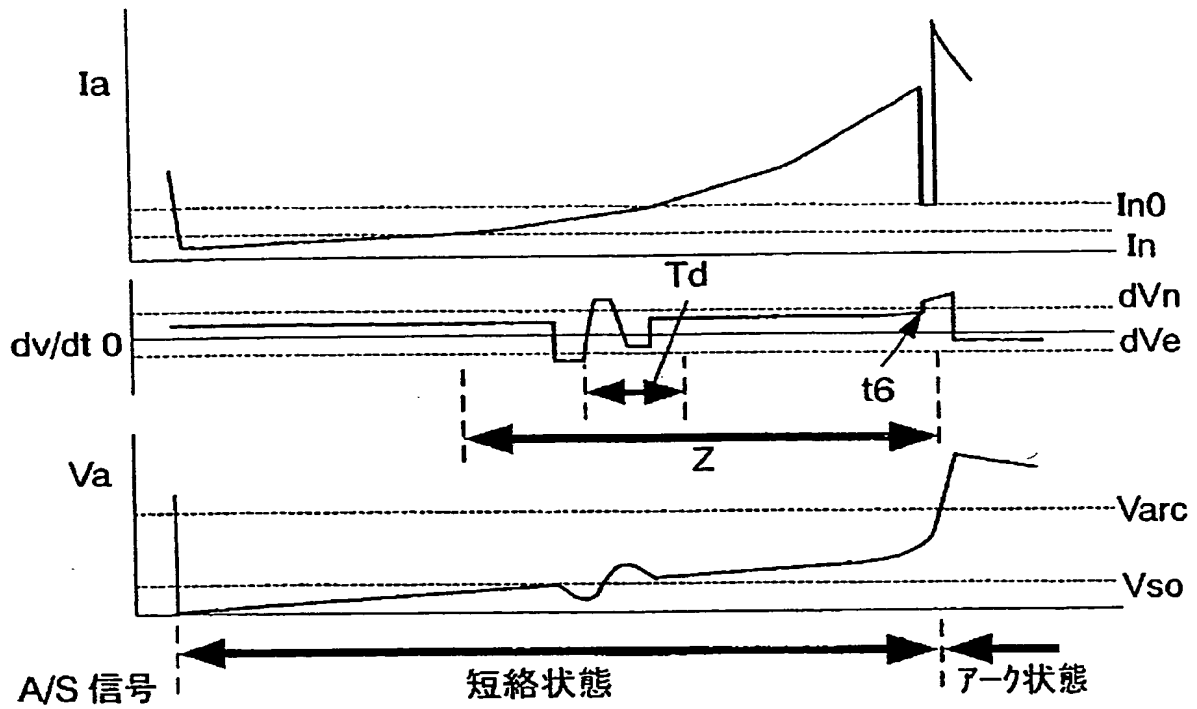
[図2]



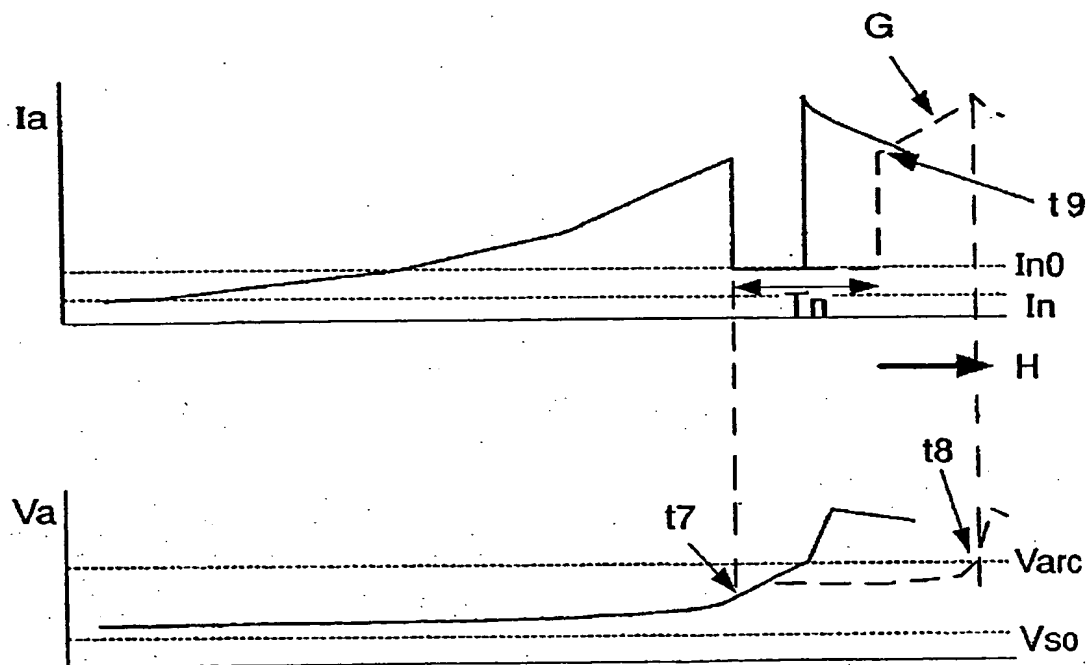
[図3]



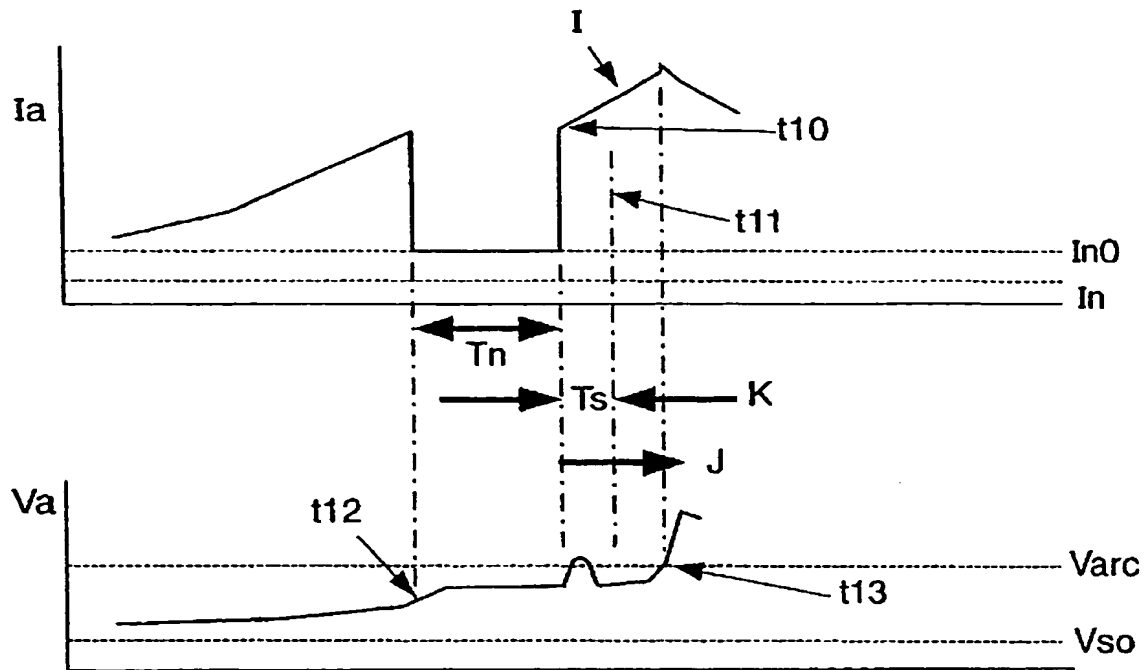
[図4]



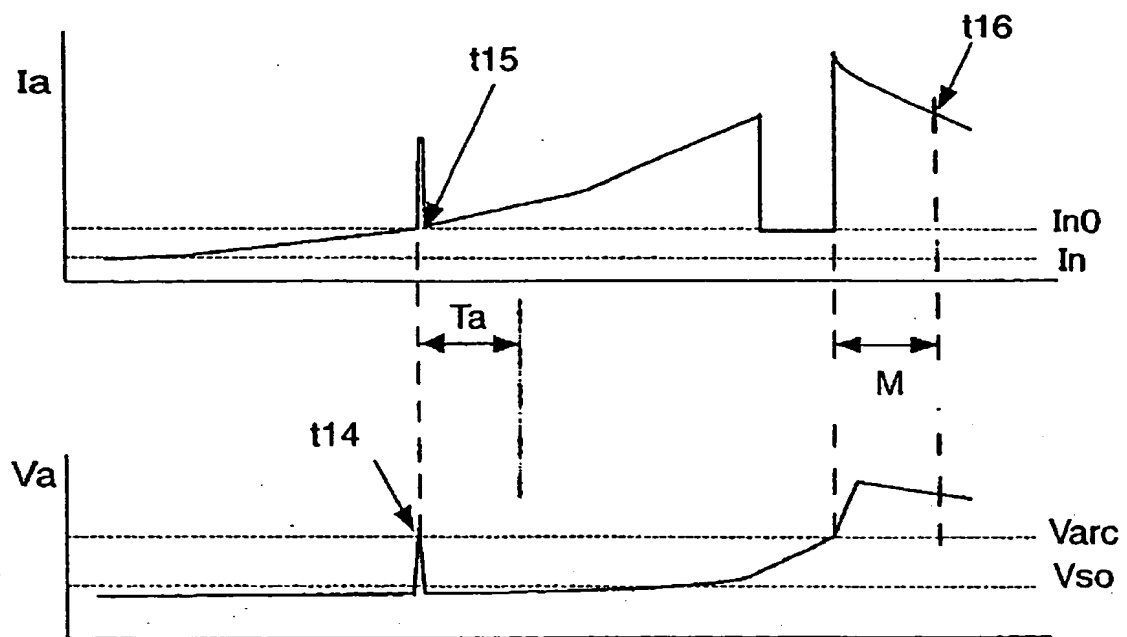
[図5]



[図6]



[図7]







[図9]

